

Desafortunadamente la información con que se cuenta no permite incluir todas las variables mencionadas. Desde 1940 se tiene solamente información sobre fuerza de trabajo no agrícola, población analfabeta y población rural, y de 1950 a 1970, se cuenta con el porcentaje de viviendas que tienen agua entubada.

En el caso de 1970 se tiene información de todas las variables mencionadas, excepto alimentación; sin embargo, el número de puntos de que se dispone para la estimación de los parámetros del modelo no son suficientes.

En cuanto a la forma funcional del modelo; es decir, la especificación matemática del mismo, resulta un problema difícil puesto que teóricamente no existe, al parecer, ninguna ley que nos diga de qué manera ha evolucionado la mortalidad bajo cambios en las diferentes variables. Aquí se ha tomado en cuenta solamente una función lineal, aunque creemos que sea adecuado explorar alguna función matemática de forma asintótica, puesto que la esperanza de vida, que es el índice por utilizado para la mortalidad, debe tender hacia un cierto valor límite que por el momento podría considerarse como aquella esperanza de vida al nacimiento que correspondiere a la eliminación de todas las muertes que, con los conocimientos actuales, pueden evitarse. Sin embargo para fines prácticos, se postula que una función lineal sea operativa y amplia en forma razonable con nuestros propósitos.

Antes de iniciar la descripción de los resultados parciales

rio recalcar el hecho de que estamos conscientes de que las variables seleccionadas no son los mejores indicadores de los cambios habidos en las condiciones socio-económicas de la Región Noreste de México y del País. No obstante, para el período que abarcan los datos de mortalidad, no se han encontrado variables más adecuadas. Por otra parte, no se incluye en el modelo de manera explícita ninguna consideración acerca del papel que ha jugado en el descenso de la mortalidad el avance que se ha operado en los conocimientos científicos y técnicos en el campo de la salud y formas de control de agentes transmisores, así como, los logros que se esperan en dicho campo. Sabemos que las condiciones de vida no son los únicos determinantes de los cambios que puedan operarse en la mortalidad y que, por lo tanto, esto constituye una limitación del modelo.

### EL MODELO DE REGRESION Y SUS RESULTADOS

El modelo lineal que se ajusta toma la siguiente forma:

$$e_i^o = B_0 + B_1 PR_i + B_2 FTNoA_i + B_3 PAN_i + u_i$$

Donde:

- $e_i^o$  representa la esperanza de vida al nacimiento
- $e_M^o$  Esperanza de vida masculina
- $e_F^o$  Esperanza de vida femenina
- PR representa el porcentaje de población rural tomando como población rural la definición censal usada en México
- FTNoA representa el porcentaje de Fuerza de Trabajo no Agrícola
- PAN representa el porcentaje de población analfabeta

El modelo lineal que se ajusta toma la siguiente forma:

$$e_i^o = B_0 + B_1 PR + B_2 FTNoA + B_3 PAN + u_i$$

Donde:

- $e_i^o$  representa la esperanza de vida al nacimiento
- $e_i^M$  Esperanza de vida masculina
- $e_i^F$  Esperanza de vida femenina
- PR representa el porcentaje de población rural en el momento como población rural la definición censal usada en México
- FTNoA representa el porcentaje de fuerza de trabajo no agrícola
- PAN representa el porcentaje de población analfabeta

EL MODELO DE REGRESION Y SUS RESULTADOS

$u_i$  representa los errores  
 $B_0, B_1, B_2, y B_3$  son los parámetros a estimar.

Se consideran los supuestos del modelo clásico normal de regresión que son: Variables explicativas no estocásticas; normalidad de los errores; errores con media cero; no autocorrelación de los errores; homoskedasticidad; no multicolinealidad.

El total de observaciones es de 16, o sea los datos de Coahuila, Nuevo León, Tamaulipas y el País para los años de 1940, 1950, 1960 y 1970.

Aplicando el método de estimación de mínimos cuadrados las ecuaciones resultantes son las siguientes:

Para la esperanza de vida masculina:

$$e_i^o = 55.62 - 0.0891PR + 0.225FTNoA - 0.256PAN$$

(16.41) (0.279) (0.161) (0.195)  $R^2 = 0.817$

Para la esperanza de vida femenina:

$$e_i^o = 58.69 - 0.119PR + 0.242FTNoA - 0.257PAN$$

(19.74) (0.335) (0.194) (0.235)  $R^2 = 0.784$

Los números que aparecen entre paréntesis corresponden a los errores estándar de los estimadores de los respectivos parámetros.

Como se puede apreciar por el valor de  $R^2$  o coeficiente de determinación múltiple, en el caso de los hombres las tres variables incluidas explicar el 81.7% de los cambios habidos en la esperanza de vida masculina entre 1940 y 1970. Para las mujeres el porcentaje de explicación es de 78.4. Es conveniente mencionar que ambos ajustes se aceptan la explicación de la variación que ha tenido la esperanza de vida.



con niveles de significación inferiores al uno al millar.

De las tres variables explicativas observamos que en ambas ecuaciones el porcentaje de población rural es la variable que tiene menor coeficiente parcial de regresión y con signo negativo, del mismo deducimos que un incremento de un punto en el porcentaje de población rural disminuye en 0.0891 años la esperanza de vida masculina y en 0.119 años la esperanza de vida femenina. Para el caso de la fuerza de trabajo no agrícola, como era de esperarse, los coeficientes parciales de regresión tienen signo positivo y nos dicen que un incremento en un punto de la proporción de fuerza de trabajo no agrícola aumenta en 0.225 años la esperanza de vida masculina y en 0.242 años la femenina. El porcentaje de analfabetismo tiene relación inversa con la esperanza de vida, como se aprecia por el signo negativo de los coeficientes parciales de regresión, y por lo tanto, al incrementarse en un punto el porcentaje de analfabetismo la esperanza de vida masculina desciende en 0.256 años y la femenina en 0.257 años.

Los coeficientes parciales de regresión de las tres variables explicativas de ambas ecuaciones, considerados individualmente, no presentan diferencias estadísticamente significativas, o sea se puede decir que corresponden a modelos con iguales coeficientes parciales de regresión, sin embargo, debemos aclarar que no se ha hecho la prueba estadística considerándolos conjuntamente.

En el anexo se presenta el análisis de varianza, aquí solamente destacamos enseguida la contribución de cada una de las variables en la explicación de la variación que ha tenido la esperanza de vida.

representa los errores

son los parámetros a estimar.

Se consideran los supuestos del modelo clásico normal de regresión: las variables explicativas no estocásticas; normalidad de los errores; errores con media cero; no autocorrelación de los errores; homocedasticidad; no multicolinealidad.

El total de observaciones es de 16, o sea los datos de Coahuila, Nuevo León, Tamaulipas y el País para los años de 1940, 1950, 1960 y 1970.

Aplicando el método de estimación de mínimos cuadrados las ecuaciones resultantes son las siguientes:

Para la esperanza de vida masculina:

$$e_M = 55.62 - 0.0891PR + 0.2257AN + 0.2567AL - 0.2567ANF$$

(14.41) (0.270) (0.194) (0.192)

$R^2 = 0.817$

Para la esperanza de vida femenina:

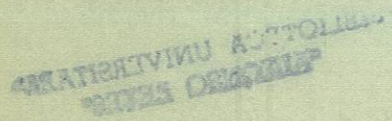
$$e_F = 58.69 - 0.119PR + 0.242AN + 0.257AL - 0.257ANF$$

(19.74) (0.332) (0.194) (0.255)

$R^2 = 0.784$

Los números que aparecen entre paréntesis corresponden a los errores estándar de los estimadores de los respectivos parámetros.

Como se puede apreciar por el valor de  $R^2$  o coeficiente de determinación múltiple, en el caso de los hombres las tres variables incluidas explican el 81.7% de los cambios notados en la esperanza de vida masculina entre 1940 y 1970. Para las mujeres el porcentaje de explicación es de 78.4%. Lo conveniente mencionar que ambos ajustes se aceptan



con niveles de significación inferiores al uno al milíar.

De las tres variables explicativas observamos que en ambas es-  
tadísticas el porcentaje de población rural es la variable que tiene menor  
coeficiente parcial de regresión y con signo negativo, del mismo orde-  
namiento que un incremento de un punto en el porcentaje de población ru-  
ral disminuye en 0.0891 años la esperanza de vida masculina y en 0.119  
años la esperanza de vida femenina. Para el caso de la fuerza de trabajo  
no agrícola, como era de esperarse, los coeficientes parciales de re-  
gresión tienen signo positivo y nos dicen que un incremento en un  
punto de la proporción de fuerza de trabajo no agrícola aumenta en  
0.225 años la esperanza de vida masculina y en 0.242 años la femenina.  
El porcentaje de analfabetismo tiene relación inversa con la esperanza  
de vida, como se aprecia por el signo negativo de los coeficientes par-  
ciales de regresión, y por lo tanto, al incrementarse en un punto el  
porcentaje de analfabetismo la esperanza de vida masculina desciende  
en 0.26 años y la femenina en 0.257 años.

Los coeficientes parciales de regresión de las tres variables ex-  
plicativas de ambas ecuaciones, considerados individualmente, no pre-  
sentan diferencias estadísticamente significativas, o sea se puede de-  
cir que corresponden a modelos con iguales coeficientes parciales de re-  
gresión, sin embargo, debemos aclarar que no se ha hecho la prueba  
estadística considerando conjuntamente.

En el anexo se presenta el análisis de varianzas, aquí solamente  
destacamos enseguida la contribución de cada una de las variables en  
la explicación de la variación que se tiene en la esperanza de vida.

Tomando la variación explicada como 100 se tiene:

Para la esperanza de vida masculina		
Variación total	877.55	(%)
Variación explicada por regresión	717.71	100.00
Explicada por:		
Porcentaje de población rural	16.65	2.32
Porcentaje de fuerza de trabajo no agrícola	150.72	21.00
Porcentaje de analfabetismo	131.48	18.32
Suma	298.85	41.64
Variación explicada por interacción de las variables anteriores	418.86	58.36

Para la esperanza de vida femenina		
Variación total	1,072.94	(%)
Variación explicada por regresión	841.64	100.00
Explicada por:		
Porcentaje de población rural	29.54	3.51
Porcentaje de fuerza de trabajo no agrícola	174.81	20.77
Porcentaje de población analfabeta	132.14	15.70
Suma	336.49	39.98
Variación explicada por interacción de las variables anteriores	505.15	60.02

De los datos anteriores se desprende que la interacción de las va-  
riables es la que aporta mayor porcentaje de explicación que resulta  
ser de 58.36 por ciento en la esperanza de vida masculina y 60.02 por

Tomando la variación explicada como 100 se tiene:

Para la esperanza de vida masculina

877.28	Variación total
717.71	Variación explicada por regresión
159.57	Explicada por:
2.32	Porcentaje de población rural
150.25	Porcentaje de fuerza de trabajo no agrícola
107.48	Porcentaje de analfabetismo
41.84	Suma
158.82	Variación explicada por interacción de las variables anteriores
1,072.92	Variación total
841.64	Variación explicada por regresión
159.57	Explicada por:
20.77	Porcentaje de población rural
174.81	Porcentaje de fuerza de trabajo no agrícola
132.14	Porcentaje de población analfabeta
336.43	Suma
687.05	Variación explicada por interacción de las variables anteriores

De los datos anteriores se desprende que la interacción de las variables explicativas de mayor porcentaje de explicación de resulta ser la de 33.36 porcento en la esperanza de vida masculina y 60.03 por -

ciento en la esperanza de vida femenina, esto se debe a que las tres-variables independientes tienen un alto grado de colinealidad.

Este alto grado de colinealidad se puede apreciar directamente de la matriz de correlación que se presenta en el anexo, y de los errores estandar de ambas ecuaciones que, como ya dijimos, son los números que figuran entre paréntesis en las dos ecuaciones. La variable porcentaje de población rural en ambas ecuaciones tiene un error estandar mucho mayor que el valor del coeficiente, y las otras dos variables los errores estandar son mayores que la mitad de los coeficientes de regresión respectivos. La regla práctica para aceptar si una variable está realmente aportando algo en la explicación de la variable dependiente es que el error estandar de su coeficiente sea menor que la mitad de dicho coeficiente. Como acabamos de ver, esto no se da en ninguno de los casos de las ecuaciones que hemos ajustado, por lo que tendríamos que llegar a la conclusión que ninguna de las variables incluídas nos sirve. Aquí entramos en una aparente contradicción porque ya se había mencionado que el modelo se aceptaba con nivel inferior al uno al millar y ahora llegamos a la conclusión que ninguna variable nos sirve, esto obedece al alto grado de colinealidad que presentan las variables explicativas que hemos ya mencionado. En el siguiente punto volveremos sobre este tema.

APLICACION DEL METODO DE COMPONENTES PRINCIPALES

Acabamos de mencionar que las tres variables que hemos escogido como las explicativas del modelo de regresión tienen un alto grado de

